

## PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE JALAN RAYA PAKIS - JALAN RAYA WENDIT KABUPATEN MALANG

Nanda Nabilah Efendi<sup>1</sup>, Winda Harsanti<sup>2</sup>, Agus Suhardono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang <sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

Email: bellakhinary71@gmail.com<sup>1</sup>, wharsanti@gmail.com<sup>2</sup>, agus.suhardono@polinema.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Drainase di sepanjang Jalan Raya Pakis – Jalan Raya Wendit Kabupaten Malang masih terbilang kurang. Pada daerah ini, baru saja menyelesaikan pembangunan infrastruktur yang mengakibatkan perubahan fungsi lahan. Akibatnya pada musim hujan tiba, akan muncul genangan dan banjir di beberapa area. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi saluran drainase yang ada, merancang saluran drainase yang baru dan bangunan penunjangnya, menghitung biaya konstruksi serta membuat rencana penjadwalannya. Data yang dibutuhkan yaitu data curah hujan dari 3 stasiun terdekat yaitu Sukun, Singosari, dan Jabung dari tahun 2010 sampai 2020, peta topografi lokasi penelitian, data dimensi eksisting, dan harga satuan pekerjaan Kabupaten Malang tahun 2020. Data diolah menggunakan metode Log Pearson III dengan kala ulang perencanaan 5 tahun. Software HEC-RAS digunakan untuk menganalisis muka air dimensi saluran eksisting dan saluran yang sudah direncanakan ulang. Dari hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan sebesar 86,846 mm/hari; dimensi sumur resapan direncanakan memiliki diameter 1m dengan tinggi 3,8 m dan dimensi saluran yang terbesar memiliki ukuran 1,2m x 0,9m; dari analisis software HEC-RAS dimensi saluran yang baru dapat menampung debit yang ada; biaya konstruksi sebesar Rp 19.165.631.979; durasi pembangunan saluran selama 19 minggu.

**Kata kunci** evaluasi, hec-ras, saluran drainase

### ABSTRACT

*The drainage system along Jalan Raya Pakis – Jalan Raya Wendit is lacking. In this area, infrastructure improvement has been completed, which makes land-use change. As a result, during the rainy season, puddles and floods will appear in several areas. The purpose of this thesis is to evaluate the drainage system, redesign the channel and drainage building, estimate the construction cost and scheduling plan. The data needed are rainfall data from the 3 closest stations Sukun, Singosari, and Jabung from 2010 until 2020, topographic maps of research locations, existing dimension data, and work unit price Malang District in 2020. The data is processed using the Log Pearson III method with 5 years planning return period. HEC-RAS software is used to analyze the water level dimensions of existing and redesigned channels. From the calculation results, the design rainfall is 86.846 mm/day; the dimensions of the infiltration well are planned to have a diameter of 1m with a height of 3.8m and the largest channel dimension is 1.2 m x 0.9 m; from the analysis HEC-RAS software, the new channel dimensions can accommodate the runoff discharge; the construction cost is Rp 19.165.631.979; the duration of the construction is 19 weeks.*

**Keywords** : evaluation, hec-ras, drainage

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Jalan Raya Pakis – Jalan Raya Wendit terletak di Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang memiliki lokasi yang cukup strategis. Daerah ini baru saja menyelesaikan pembangunan infrastruktur, yang mengakibatkan perubahan fungsi lahan. Perubahan ini secara langsung akan

mengurangi daerah resapan air hujan. Akibatnya pada musim hujan tiba, muncul genangan dan banjir di beberapa area. Drainase pada Jalan Raya Pakis – Jalan Raya Wendit masih kurang. Hal ini menyebabkan bertambahnya genangan di beberapa area dan mengakibatkan banjir.

Maka dari itu, sistem jaringan drainase di ruas Jalan Raya Pakis – Jalan Raya Wendit Kecamatan Pakis Kabupaten

Malang perlu dievaluasi. Dari hasil evaluasi dapat direncanakan ulang beberapa penampang saluran yang sesuai dengan kapasitasnya dan merencanakan sumur resapan agar dapat menampung debit air yang mengalir dan juga dapat mengendalikan genangan air.

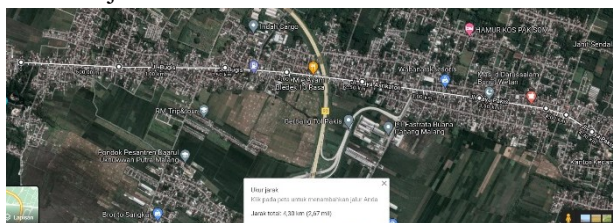
**Tujuan**

Tujuan dari perencanaan ulang drainase Jalan Raya Pakis – Jalan Raya Wendit yang terletak di Kecamatan Pakis Kabupaten Malang adalah mengevaluasi sistem drainase eksisting. Selain itu untuk menghitung debit rancangan yang selanjutnya digunakan untuk menghitung dimensi sumur resapan dan saluran yang direncanakan. Selanjutnya adalah untuk merencanakan profil muka air saluran serta menghitung rencana biaya dan waktu yang diperlukan untuk pembangunan.

**2. METODE**

**Lokasi Penelitian**

Evaluasi dan perencanaan ulang sistem drainase dilakukan pada Jalan Raya Pakis – Jalan Raya Wendit, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. Jalan ini memiliki panjang 4,3 km. Total panjang saluran adalah 9,18 km di kedua ruas jalan



**Gambar 1.** Lokasi Perencanaan Ulang

Sumber: Google Maps

**Data**

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa data kondisi saluran drainase eksisting seperti dimensi saluran dan panjang saluran. Keadaan saluran eksisting kurang baik yang dapat dilihat dari saluran yang ditumbuhi banyak tumbuhan liar, dimensi saluran yang kecil hingga saluran drainase yang rusak. Saluran di bawah permukaan yang tidak memiliki inlet, sumur resapan, dan bak kontrol juga menjadi penyebab adanya genangan di area ini. **Gambar 2** adalah hasil dokumentasi dari survey saluran eksisting.



**Gambar 2.** Keadaan Saluran Eksisting

Data sekunder didapatkan dengan cara mencari data dari buku atau dengan menghubungi instansi terkait. Data sekunder yang digunakan antara lain data curah hujan pada STA Sukun, Singosari, dan Jabung dari tahun 2010 sampai 2020 yang didapatkan dari BMKG, peta topografi dari Badan Informasi Geospastial, data kependudukan tahun 2021 dari Badan Statistik Kabupaten Malang, data permeabilitas tanah dari pengujian di Politeknik Negeri Malang, HSPK Kabupaten Malang tahun 2021 dari harga standar yang berada di Kabupaten Malang.

**Analisis Data**

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini antara lain:

- Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi berfungsi untuk menghitung jumlah debit yang direncanakan. Dalam analisis hidrologi perlu dilakukan perhitungan curah hujan daerah yang dapat dihitung dengan metode rata-rata aljabar (Suripin, 2004). Selanjutnya dilakukan analisis frekuensi yang bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian. Metode yang umumnya digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana ini adalah Metode *Log-Person* Tipe III. Perhitungan curah hujan rancangan menggunakan **persamaan 1**.

$$\log CH_{ranc} = \overline{\log CH_{ranc}} + G \cdot S \tag{1}$$

$$CH_{rancangan} = 10^{\log(CH_{ranc})} \tag{2}$$

Keterangan:

G = variabel standar untuk curah hujan

$\overline{CH}$  = nilai rata-rata curah hujan

S = standar deviasi

- Perhitungan Debit Rencana

Sebelum menghitung debit banjir rencana, perlu menghitung intensitas curah hujan (Wesli, 2008) sesuai **persamaan 3**.

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \tag{3}$$

Keterangan:

I = Intesitas curah hujan (mm/jam)

R24 = Curah hujan maksimum harian (mm)

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

Untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan metode rasional (Sosrodarsono, 2003) seperti **persamaan 4**

$$Q = C \cdot I \cdot A \tag{4}$$

Keterangan:

Q = Debit maksimum rencana (m<sup>3</sup>/det)

A = Luas daerah aliran (m<sup>2</sup>)

C = Koefisien aliran

I = Intesitas curah hujan (m/detik)

- Perhitungan Debit Air Kotor

Untuk menghitung debit air kotor harus menentukan debit air kotor per orang. Debit air kotor rata-rata per orang setiap

hari adalah 300 lt/hari/orang (Soeparman dan Suparmin, 2001). Setelah itu dapat dihitung dengan **persamaan 5**.

$$Q_{\text{air kotor}} = Q_{\text{air kotor per orang}} \times \text{jumlah penduduk} \quad (5)$$

- Perhitungan Sumur Resapan

Untuk menentukan tinggi sumur resapan digunakan **persamaan 6**.

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{nR^2}}\right) \quad (6)$$

Debit sumur resapan dapat dinyatakan dalam **persamaan 7**.

$$Q_0 = F \cdot K \cdot H \quad (7)$$

Keterangan:

- H = Tinggi muka air dalam sumur (m)
- F = Faktor geometrik (m)
- Q = Debit air masuk (m<sup>3</sup>/detik)
- Q<sub>0</sub> = Debit sumur resapan (m<sup>3</sup>/detik)
- T = Waktu pengaliran (detik)
- K = Koefisien permeabilitas tanah (m/detik)
- R = Jari-jari sumur (m)

- Analisis Hidrolika

Pada analisis hidrolika perhitungan kapasitas saluran menggunakan rumus sesuai **persamaan 8**.

$$Q = A \cdot V \quad (8)$$

Keterangan:

- Q = Debit (m<sup>3</sup> /detik)
- A = Luas penampang basah saluran (m<sup>2</sup>)
- V = Kecepatan rata – rata aliran (m/detik)

Analisis hidrolika juga melakukan pengecekan kecepatan ijin dan jenis aliran. Perhitungan kecepatan menggunakan **persamaan 9**.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{S} \quad (9)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/detik)
- n = Koefisien kekasaran Manning
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan dasar saluran

Nilai kecepatan yang diijinkan untuk saluran berbahan beton adalah 0,6 – 3 m/s.

Parameter yang menentukan jenis aliran adalah rasio antara gaya gravitasi dan gaya inersia, yang dinyatakan dengan bilangan Froude (Fr). Kontrol bilangan Froude digunakan untuk mengetahui apakah jenis aliran tersebut subkritis, kritis, atau superkritis. Perhitungan bilangan Froude menggunakan **persamaan 10**.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (10)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan aliran (m/det)
  - h = Kedalaman aliran (m)
  - g = Percepatan gravitasi (m/det<sup>2</sup>)
- Analisis dengan *Software HEC-RAS*

HEC-RAS adalah singkatan dari *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (Hydrologic Engineering Center, 2010)*. Dengan menggunakan analisis ini, dapat dilihat kenaikan muka air pada penampang saluran saat air melewati saluran. Analisis yang digunakan adalah analisis *Steady Flow* yang merupakan aliran dimana jumlah air yang mengalir per detik melewati lintasan manapun adalah konstan.

- Rencana Anggaran Biaya

Dalam Menyusun rencana anggaran biaya, langkah-langkah perancangannya adalah:

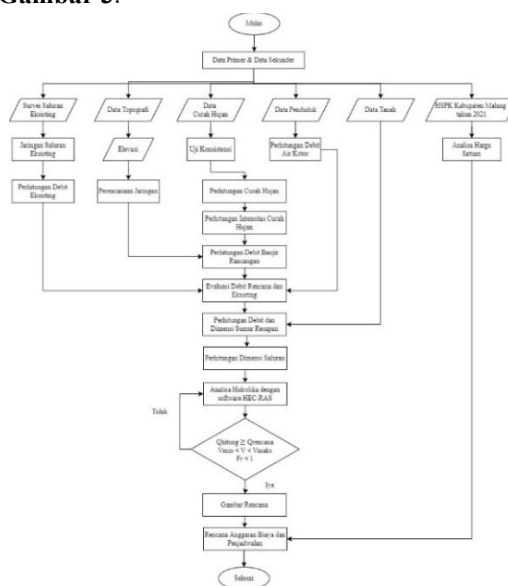
- a. Menentukan item pekerjaan
- b. Menghitung volume pekerjaan
- c. Membuat analisis pekerjaan per item pekerjaan
- d. Membuat rencana anggaran biaya

- Penjadwalan

Pada penjadwalan dibuat suatu daftar pekerjaan sesuai dengan kesatuan aktivitas yang mudah ditangani secara bersamaan. Perencanaan jadwal menggunakan kurva S dengan bantuan *Software Microsoft Excel*.

### Diagram Alir

Diagram alir penyusunan perencanaan ini dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Diagram Alir Rencana

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Perhitungan Curah Hujan Daerah

Perhitungan curah hujan daerah dipilih menggunakan metode rata-rata Aljabar untuk mendapatkan hasil curah hujan maksimum rata-rata setiap tahun dari ketiga stasiun hujan yang digunakan seperti **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Data Hasil Perhitungan Curah Hujan Daerah

Tahun	Curah Hujan Daerah (mm/hari)
2020	69.162
2019	50.575
2018	59.595
2017	60.425
2016	94.303
2015	60.974
2014	58.298
2013	121.061
2012	55.333
2011	50.000
2010	111.333

Sumber: Perhitungan Excel

**Perhitungan Curah Hujan Rancangan**

Dari data curah hujan daerah dicari curah hujan rancangan menggunakan jenis sebaran Log Pearson III dengan kala ulang 5 tahun dan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \log CH_{ranc} &= \overline{\log CH_{ranc}} + G \cdot S \\ &= 1,836 + 0,757 \cdot 0,136 \\ &= 1,969 \\ CH \text{ rancangan} &= 10^{\log(CH_{ranc})} \\ &= 10^{1,969} \\ &= 86,846 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

**Evaluasi saluran drainase**

Evaluasi dimulai dengan perhitungan intensitas curah hujan dengan persamaan 3, lalu dihitung debit rancangan dari jalan dan pemukiman. Perhitungan ini sesuai persamaan 4 dengan koefisien pengaliran (C) untuk jalan adalah 0,8. Luas daerah tangkapan air sebesar 406,01 m<sup>2</sup>, maka pada STA 0+800 – 0+900 dapat dihitung:

$$\begin{aligned} I &= \frac{86,85}{24} \left( \frac{24}{2,024} \right)^{2/3} \\ &= 288,443 \text{ mm/jam} \\ &= 0,00008 \text{ m/detik} \\ Q_{jalan} &= 0,8 \times 0,00008 \times 406,01 \\ &= 0,02602 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Untuk koefisien pengaliran (C) pemukiman adalah 0,4 dengan luas daerah sebesar 3328,28 m<sup>2</sup>, maka dapat dihitung:

$$\begin{aligned} I &= \frac{86,85}{24} \left( \frac{24}{2,627} \right)^{2/3} \\ &= 242,391 \text{ mm/jam} \\ &= 0,00006733 \text{ m/detik} \\ Q_{pemukiman} &= 0,4 \times 0,00006733 \times 3328,28 \\ &= 0,0896 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Sementara itu debit air kotor di STA 0+800 – 0+900 menampung limbah dari 2 unit rumah. Jika setiap rumah dihuni 4 orang, maka saluran menampung air kotor dari 8 orang. Perhitungan air kotor dapat dihitung menggunakan persamaan 5.

$$\begin{aligned} Q \text{ air kotor} &= 300 \times 8 \\ &= 2400 \text{ lt/detik} \\ &= 0,0000278 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Sehingga debit saluran di STA 0+800 – 0+900 sebesar 0,02602 + 0,0896 + 0,0000278 = 0,1157 m<sup>3</sup>/detik

Evaluasi saluran drainase untuk saluran berbentuk segi empat berbahan beton dengan dimensi pada STA ini sebesar 0,95 x 0,97 m dengan kemiringan 2%. Kapasitas saluran dapat dihitung menggunakan persamaan 8 dan persamaan 9.

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{0,013} \cdot 0,294^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{0,02} \\ &= 4,807 \text{ m/detik} \\ Q &= 4,807 \times 0,7315 \\ &= 3,517 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari persamaan 8 dan persamaan 9 didapatkan kapasitas sebesar 3,517 m<sup>3</sup>/detik lebih besar dari debit rencana yaitu 0,1157 m<sup>3</sup>/detik, sehingga saluran ini masih dapat mengalirkan debit rencana.

Selain kontrol terhadap kapasitas, juga dilakukan kontrol terhadap kecepatan dan bilangan Froude pada saluran drainase. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai V = 4,80745 m/detik dengan ketentuan V ijin = 0,6 – 3,0 m/detik dan Fr = 1,749 dengan ketentuan Fr < 1, maka V saluran > V ijin dan memiliki aliran superkritis. Berdasarkan nilai V dan Fr, maka saluran ini tidak memenuhi persyaratan. Untuk mengatasi permasalahan ini maka dilakukan perencanaan ulang. Dari hasil evaluasi disimpulkan bahwa semua saluran pada Jalan Raya Pakis - Jalan Raya Wendit direncanakan ulang dikarenakan nilai debit, kecepatan, dan angka Froude tidak memenuhi ketentuan. Saluran yang baru direncanakan dengan memperbesar dimensi.

**Perhitungan Sumur Resapan**

Pada perhitungan sumur resapan direncanakan mempunyai jari-jari (R) = 0,5 m dan ketinggian (H) = 3,8 m sementara nilai koefisien permeabilitas (K) = 0.00000126 m/detik. Dengan dimensi tersebut, sumur resapan ini mampu menampung air hujan sebesar 0,00001317 m<sup>3</sup>/detik selama 2 jam. Berikut adalah perhitungan debit yang ditampung dan debit yang dialirkan ke saluran pada STA 0+800 – 0+900:

$$\begin{aligned} Q \text{ yang ditampung} &= Q - Q_0 \\ &= 0,0004079 - 0,00001317 \\ &= 0,000395 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ yang dialirkan} &= Q \text{ rencana} - Q \text{ yang ditampung} \\ &= 0,1157 - 0,000395 \\ &= 0,1153 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ kumulatif} &= Q \text{ kumulatif sal. Sebelum} + Q \text{ dialirkan} \\
 &= 1,1197 + 0,1153 \\
 &= 1,2350 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Sumur resapan berjumlah 134 pada sisi timur dan 114 pada sisi barat. Sumur resapan ditempatkan di depan rumah warga. Efektifitas sumur resapan dalam mengurangi limpasan debit air sebesar 45,139% debit banjir.

**Perhitungan Dimensi Saluran**

Saluran pada STA 0+800 – 0+900 direncanakan berbentuk segi empat dengan bahan beton dengan koefisien manning (n) = 0,013 (chow, 1985). Diasumsikan dimensi mempunyai lebar (B) = 1,1 m dan tinggi (h) = 0,8 m. Kemiringan saluran sebesar (S) = 0,003.

$$\begin{aligned}
 A &= B \times h \\
 &= 1,1 \times 0,8 = 0,88 \text{ m}^2 \\
 P &= B + (2 \times h) \\
 &= 1,1 + (2 \times 0,8) = 2,7 \text{ m} \\
 R &= A/P \\
 &= 0,88/2,7 = 0,3 \text{ m} \\
 V &= \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{S} \\
 &= \frac{1}{0,013} \cdot 0,300^{2/3} \cdot \sqrt{0,003} \\
 &= 1,9781 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

Kecepatan aliran lebih kecil dari kecepatan ijin maksimum, maka kecepatan yang direncanakan memenuhi persyaratan.

$$\begin{aligned}
 Q &= V \times A \\
 &= 1,9781 \times 0,88 \\
 &= 1,7407 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 Fr &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \\
 &= \frac{1,978}{\sqrt{9,81 \cdot 0,8}} \\
 &= 0,71
 \end{aligned}$$

Karena Q hitung > Q rancangan (1,7407 > 1,235) dan nilai bilangan Froude < 1 (0,71 < 1), maka dimensi yang direncanakan bisa dipakai.

Dimensi saluran yang direncanakan ulang bermacam-macam. Dimensi terbesar berukuran 1,1x0,8 m pada pada STA 0+700 sampai STA 1+200 dengan nilai V memenuhi 0,6 – 3 m/s dan nilai Fr < 1.

**Analisis dengan Software HEC-RAS**

Software HEC-RAS digunakan untuk mengetahui debit saluran sesuai dengan dimensi saluran yang ada. Setelah menganalisis hidrolika saluran drainase dengan software HEC-RAS, dapat dibandingkan gambarnya dengan perhitungan manual.

**Tabel 2.** Perbandingan gambar eksisting AutoCAD dan HEC-RAS

Saluran	Foto Eksisting	Gambar Eksisting	HEC-RAS
STA 0+800 timur			

Sumber: Hasil Gambar AutoCAD dan HEC-RAS

Analisis saluran dengan perhitungan excel pada saluran eksisting di atas menyatakan bahwa kecepatan dan bilangan Froude tidak memenuhi persyaratan, sedangkan analisis menggunakan HEC-RAS terlihat bahwa dimensi eksisting tidak dapat menampung air yang ada sehingga terjadi banjir.

Maka hasil dari analisis dengan kedua metode tersebut disimpulkan bahwa dimensi perlu diperbesar menjadi seperti tabel di bawah ini.

**Tabel 3.** Perbandingan gambar rencana AutoCAD dan HEC-RAS

Saluran	Gambar Rencana	HEC-RAS
STA 0+800 timur		

Sumber: Hasil Gambar AutoCAD dan HEC-RAS

**Perhitungan Rencana Anggaran Biaya**

Perhitungan rencana anggaran biaya didapatkan setelah menghitung volume tiap pekerjaan. Biaya dianalisa menggunakan HSPK Kabupaten Malang tahun 2021.

**Tabel 4.** Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian	Harga Pekerjaan (Rp)
I	Pekerjaan Persiapan	1.137.753.371
II	Pekerjaan Tanah	2.097.076.893
III	Pekerjaan Saluran	13.257.168.006
IV	Pekerjaan Sumur Resapan	931.303.529
Total		17.423.301.799
Total Akhir		19.165.631.979

Sumber: Perhitungan Excel

Tabel 4 merupakan rincian anggaran biaya pembangunan saluran drainase sehingga didapatkan harga sebesar Rp 17.423.301.799 yang ditotal menjadi Rp 19.165.631.979 setelah ditambahkan dengan pajak sebesar 10% dari nilai pekerjaan keseluruhan.

**Penyusunan Penjadwalan**

Setelah rincian anggaran biaya dihitung, tahapan selanjutnya adalah menyusun penjadwalan. Dalam membuat penjadwalan, durasi dihitung per item pekerjaan. Berikut

merupakan rekapitulasi perhitungan durasi per item pekerjaan:

- a. Pekerjaan persiapan: 25 hari
- b. Pekerjaan tanah: 9 hari
- c. Pekerjaan saluran: 157 hari
- d. Pekerjaan sumur resapan: 44 hari

Penjadwalan disusun dengan metode dua pekerjaan dapat dilakukan pada hari yang sama, maka total durasi pekerjaan perencanaan saluran drainase Jalan Raya Pakis – Jalan Raya Wendit adalah 114 hari atau 19 minggu.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Setelah dilakukan evaluasi saluran eksisting didapatkan hasil bahwa semua saluran harus direncanakan ulang agar dapat menampung debit yang ada.
2. Debit rancangan dengan kala ulang 5 tahun sebesar 86,846 mm/hari.
3. Dimensi sumur resapan yang direncanakan memiliki diameter 1 m dengan tinggi 3,8 m. Sedangkan dimensi saluran yang direncanakan adalah berbentuk segi empat dengan bahan beton dengan dimensi yang berbeda – beda. Pada hasil perhitungan didapat dimensi terbesar memiliki lebar 1,2 m dan tinggi 0,9 m.
4. Setelah dilakukan permodelan dan perhitungan saluran drainase baru menggunakan software HEC-RAS didapatkan hasil bahwa saluran yang direncanakan dapat menampung debit yang ada.
5. Biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 19.165.631.979 dan lama waktu pengerjaan 19 minggu atau 114 hari kerja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Yogyakarta: Andi, 2003.
- [2] Sosrodarsono. D. S, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Jakarta: PT Paradnya Paramita, 2003.
- [3] Chow. Ven Te, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*, Jakarta: Erlangga, 1985.
- [4] Wesli, *Drainase Perkotaan*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.
- [5] Soeparman. Suparmin, *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*, Jakarta: UGC, 2002.
- [6] Hydrologic Engineering Center, *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual*, Davis: U. S. Army Cormps of Engineers, 2010.